

잣나무 털녹病的 林業的 防除

李 昌 根

Silvicultural Control of Pine Blister Rust

Chang Keun Yi

우리나라에서의 잣나무(*Pinus koraiensis*)의 털녹病(Blister rust)은 1936年 高木에 의하여 京畿道 加平郡 郡內面 升安里 所在 道有林의 8年生 잣나무 造林木에서 發見, 報告된 것이 最初의 記錄이며 1937年에 平塚에 의하여 病原菌이 *Cronartium ribicola* Fischer로 同定되었을 뿐 1965年 邊 等에 의하여 江原道 平昌郡 逢平面 一部 地域에서 再發見되고 1970年 林業試驗場에서 試驗研究課題로 策定되기까지 이에 關聯된 記錄은 전혀 없었다.

1970年 李는 이 病의 被害林地內 自生하는 송이풀類에 形成된 多孢子堆를 發見한 후 잣나무 털녹病菌의 生態調査, 中間寄主植物의 探索, 被害分布調査를 實施하는 등 1) 病의 防除를 爲한 多角的인 試驗이 實施되었다.

1973년부터는 全國的인 被害分布調査가 營林署 및 各 市郡 山林行政系統을 通하여 實施되고 있으며 이와 同行하여 國有林에서부터 罹病木과 中間寄主植物의 除去에 依한 防除作業이 始作되었다.

1973年 被害發生實態調査 以後 1981年末 現在 全國

의 發生狀況은 Table 1과 같다.

表 1에서와 같이 調査着手年度에는 被害面積(被害發生區域面積)이 954ha, 發病本數率は 13.7%에 達하였고 81年末에는 被害面積이 3,645ha로 增加한 反面 發病本數率は 0.27%로 크게 減少하였다.

林業試驗場에서는 1970年 以後 現在까지 이 病을 防除하기 爲한 各種 試驗을 實施하여 오고 있으며 그 중 林業的인 側面에서 調査 및 試驗研究된 結果를 紹介하고 現在 進行中인 內容과 그 展望에 對하여 報告하는 바이다.

우리나라의 잣나무털녹病 發生實態

分 布

우리나라에서 이 病의 發生分布를 살펴 보면 太白山脈을 中心으로 한 嶺西地域과 智異山을 中心으로 한 全南北 및 慶南地域 그리고 德裕山이 所在하는 全北과 忠南地域으로 大別된다. 1981年末 現在로 濟州道를 除外한 全國 7個道 21個市郡에 分布하고 있다(그림 1 參照).

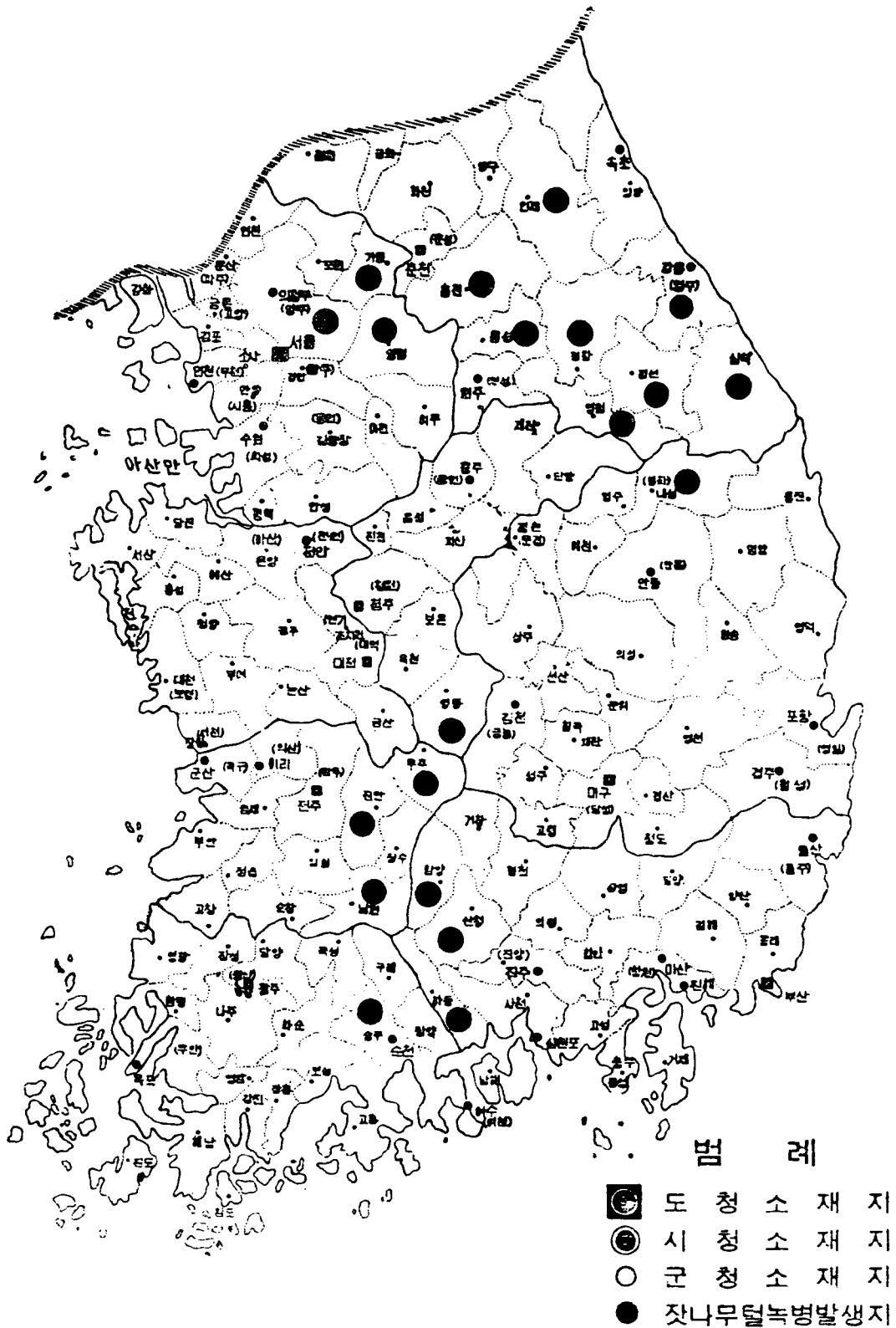
同一한 資料를 樹令別 및 林地의 方位別로 分析한 表 3 및 表 4과 같이 15年生 以下의 어린 造林木에서 1975년에는 全體罹病木의 79.11%였고 1980년에는 93.28%로 5年 동안에 約 15%가 增加하였다.

Table 1. Damage caused by blister rust(*Cronartium ribicola*) on *Pinus koraiensis* stands in Korea

Year	Infested area (ha.)	No. of infected trees	Rate of damage(%)
1973	954.0	392,987	13.70
74	782.0	74,532	3.18
75	1,191.3	665,073	1.82
76	1,994.3	100,026	1.67
77	2,449.6	98,176	1.34
78	3,048.3	202,335	2.21
79	3,466.0	53,776	0.52
80	3,727.0	38,411	0.34
81	3,645.0	29,510	0.37

Table 2. Distribution of blister rust on pine stands by sea level.

Sea level	1974		1980	
	Damaged area	Rate of damage	Damaged area	Rate of damage
	1,037ha		2,476.44ha	
Under 500m	20	0.09	74.30	0.11
501~700m	70	0.34	169.22	0.56
701~900m	622.5	1.66	1,160.70	0.66
Over 900m	325.3		1,072.22	1.04



[그림 1] 잣나무털녹병 발생상황도

Table 3. Distribution of blister rust on pine stands by ages

Ages	1974		1980	
	Damaged area	Rate of damage	Damaged area	Rate of damage
	ha	%	ha	%
Under 5 years	112.0	10.19	113.32	4.58
6~10 years	602.3	54.79	1,285.49	51.91
11~15 years	155.3	14.13	911.13	36.79
16~20 years	133.7	12.16	137.70	5.56
Over 21 years	96.0	8.73	18.80	0.76

또한 이 病의 發生分布를 標高別로 區分하여 1974年과 1980년에 分析한 바에 依하면 表 2과 같이 海拔標高 700m 以上の 高地帶 造林地에서 90.2%, 91.3%의 높은 發病率을 나타내고 있으며 標高가 높을수록 그 被害도 甚한 것으로 나타났다.

同한 資料를 樹令別 및 林地의 方位別로 分析한 바 Table 3 및 Table 4와 같이 15年生 以下の 初令造林木에서 79.11%~93.28%로 5年 동안 約 15%가 增加하였다.

또 林地의 方位別로는 北東, 北西, 南西, 東南向으로 面한 斜面이 各已 15% 以上을 占하고 있으며 方位에 따른 一貫性 있는 傾向은 나타나지 않고 있다.

最近의 잣나무털녹病 發生推移

1975년부터 1980년까지 5年間 國有林內의 新規發生狀況을 살펴 보면 年間 200餘 ha~600餘 ha씩 發生하고 있으나 主로 既發生林地의 周邊林地로 平均 427.7ha씩 擴大되고 있는 實情이다. 地域적으로는 平昌郡, 旌善郡, 三陟郡이 包含된 東部營林署管內의 林地가 135個林地로 面積上으로 全體 新規發生林地의 80%를 占하고 있다.

Table 4. Distribution of blister rust on pine stands by direction

Direction	Infested area	Percentage
	2,476.44ha.	
East	91.40	3.69%
Northeast	536.40	21.66
North	203.31	8.20
Northwest	497.93	20.11
West	82.70	3.33
Southwest	400.02	16.15
South	193.80	7.83
Southeast	471.00	19.02

같은 期間中에 調査된 資料를 土臺로 잣나무 養苗場에서 苗木이 山出되어 造林된 以後부터 最初로 發病되기까지의 所要期間을 調査한 바는 Table 6과 같이 3年 以內에 發病된 나무가 全體의 9.2%였고 그 중 291本은 植栽 2年만에 發病되어 苗木의 養苗 過程에서 이미 感染되어 病原菌이 潛伏된 狀態로 山地에 植栽되었을 可能性이 發見되었고 全體의 約 50%는 6年 以內에 發病

Table 5. New diseased area of white pine blister rust in National Forest Stands from 1975 to 1980.

Year	No. of Infested stands	Infested area(ha)	No. of Infested trees	Rate of damage (%)
Total	169	2,476.44	59,612	0.80
1975	40	610.60	17,927	0.98
76	22	285.50	10,533	1.23
77	30	455.27	13,437	0.98
78	41	623.48	14,172	0.76
79	21	212.23	1,402	0.22
80	15	289.36	2,141	0.25

Table 6. The year of primary symptom occurrence at pine stem after planted on national forest stands from 1975 to 1980.

Year of primary symptom occurred	No. of infested stands	Infected area (ha.)	Infected trees (No.)	Rate of damage (%)
Total	169	2,476.44	59,612	0.80
Until 3yrs	9	113.32	5,467	1.61
4~6yrs	66	882.39	23,897	0.90
7~9yrs	32	556.33	11,182	0.67
10~12yrs	38	645.90	12,844	0.66
13~15yrs	14	189.00	3,857	0.68
Over 16yrs	10	79.50	2,363	0.99

되었다. 그러나 16年 以上된 造林木의 被害도 10個林地에서 2,363本이 나타났으나 6年 以上된 나무의 發病은 林地內에서 反覆傳染 또는 隣接된 被害林地로부터 擴大傳染된 것으로 判斷된다.

銹孢子堆의 發現部位

1977년부터 5年間 2個所의 被害林地에서 發見된 罹病木의 病患部(銹孢子堆噴出部位)를 調査한 바 Table 7과 같이 主幹과 主幹의 側枝分岐位點部에서 91.4%가 發病하고 있어 外國에서 既報告된 主로 側枝에 發生하는 傾向과는 큰 差異를 나타내고 있으며 特히 病患部의 82%가 以上에서 不過 40cm 以內에 形成되고 있는 바 이는 우리나라의 잣나무 털녹병菌의 中間寄主인 송이풀類의 草長이 까지 밤나무類보다 작은 때문인 것으로 生覺된다. 患部の 크기는 最初發病時에는 83.8%가 20cm 以下로 小量의 孢子堆가 噴出되나 一部 發病된

Table 7. Infected position of tree, distance from the ground level to symptoms and size of diseased part on infected trees

a. Infected position of trees.

	Investigated trees	Main stem	Main and branch	Branch
No. of infected trees	303	131	146	26
Ratio(%)	100	43.2	48.2	8.6
		91.4		

b. Distance from the ground level to symptom on infected trees.

	No. of Investigated trees	Below 20cm	21~40cm	Above 41cm
No. of infected trees	303	93	155	55
Ratio(%)	100	30.7	51.2	18.1
		81.9		

c. Size of symptom on infected trees.

	Investigated trees	Below 20cm	21~40cm	Above 41cm
No. of infected trees	303	254	25	24
Ratio(%)	100	83.8	8.3	7.9
		92.1		

個體의 患部는 나무가 枯死할 때까지 每年 5~10cm씩 樹幹의 上下로 擴大進展 된다.

種子產地, 生産苗圃 및 造林地別病發生狀況

種子產地, 苗木生産養苗場이 分明한 造林地로 197年부터 1975年 사이에 山出되어 植栽된 후 最近에 罹病된 35個林地의 被害狀況을 分析한 바 Table 8과 같이 4個所의 種子產地中 平昌産種子로 育苗된 잣나무 造林木의 被害率이 2.49%로 其他 地域産種子로 育苗된 造林木보다 約 4~8 倍나 높은 罹病率을 나타내었고 生産苗圃別로는 6個園營苗圃中 平昌郡에 位置한 平昌苗圃에서 生産된 造林木이 他地域에서 山出된 造林木에 比하여 罹病率이 높았다(Table 9). 또 植栽地別로는 平昌地域의 植栽木이 罹病率 2.93%로 他地域보다 5~12倍의 높은 被害를 나타내었다(Table 10). 그러나 한 地方의 生産苗木이 大部分 그 地域에 造林되고 他地域으로의 搬出이 적어 種子產地나 生産苗圃別로 相互比較될 수 없으며 그 差異가 分明치 않으나 그 部分이 造林地內에서 感染發病되고 있고 地域的으로 被害率이 높은 平昌地域의 造林木에 被害가 높은 것을 堪案한다면 造林된 地域에 따른 差異가 크게 影響될

Table 8. The rate of blister rust damage by the seed orchards during 3 years. (1973~1975)

Seed orchards	No. of infested stands	Infested area (ha.)	No. of Infected trees	Rate of damage (%)
Total	35	501.57	9,673	0.64
Hongcheon	29	438.27	5,646	0.43
Pyeongchang	5	51.40	3,840	22.49
Jeongseon	1	7.40	145	0.65
Yeongwoel	2	4.50	42	0.31

Table 9. The rate of blister rust damage by the nurseries during 3 years. (1973~1975)

Nurseries	No. of Infested stands	Infested area (ha.)	No. of Infected trees	Rate of damage (%)
Total	35	501.57	9,673	0.64
Hupyeong	7	102.40	5,448	1.77
Yagsu	10	113.11	1,255	0.37
Imgye	12	116.56	1,430	0.41
Chunyang	2	4.50	42	0.31
Namwoen	1	45.00	586	0.43
Muju	3	120.00	912	0.25

Table 10. Development of blister rust as investigated by the location of seed orchards, nurseries and stands during 3 years. (1973~1975)

Seed orchards	Location		Infested area (ha.)	No. of infected trees	Rate of damage (%)
	Nurseries	Plantation			
Total					
4	5	35	501.57	9,673	0.64
Pyeongchang	Hupyeong	Pyeongchang	41.40	3,643	2.93
	Yagsu	Samcheog	10.00	197	0.66
Hongcheon	Hupyeong, Yagsu		164.11	2,863	0.58
	Imgye	Samcheog	44.00	524	0.40
	Imgye	Jeongseon	65.16	761	0.39
	Namwoen	Namwoen	45.00	586	0.43
	Muju	Muju	120.00	912	0.25
Jeongseon	Imgye	Jeongseon	7.40	145	0.65
Yeongwoel	Chunyang	Bongwaha	4.50	42	0.31

Table 11. Effects of eradication of infected trees and alternate host on blister rust infection during 6 years. (1976~1981)

Location (Compartment)	Density of alternate host	Area (ha.)	No. of removed trees					
			'76	'77	'78	'79	'80	'81
Pyeongchang-gun, Bongpyeong-Myeon. (Daewha 124)	Moderate.	23 (%)	136 2.94	15 0.33	10 0.22	8 0.18	5 0.11	4 0.09
Pyeongchang-gun, Doam-Myeon. (Daegwanryeong 97)	Abundant,	25 (%)	148 4.04	98 2.79	82 2.40	62 1.86	45 1.38	44 1.36

., : Removed 1~2 bundles of alternate host per year.

., : Removed 12~16 bundles of alternate host per year.

것으로 思慮된다. 今後 이 分野에 對하여는 보다 具體
의인 資料에 依한 檢討가 必要하다고 하겠다.

잣나무털늑病的 林業的 防除

우리나라에서 잣나무털늑病的 分布가 確認된 以來
外國에서 既報告된 資料에 立脚하여 이 病的 防除에
着手하였고 그 中 林業의인 側面에서 다루어진 試驗研
究結果를 中心으로 살펴보도록 한다.

罹病木 및 中間寄主植物의 除去

1973年 以後 營林管署 및 市郡山林系統을 通하여 全
國의으로 잣나무 造林地內的 罹病木과 中間寄主植物인
송이풀類의 除去作業이 着手되었다. 송이풀除去範圍는
被害林地外廓 500m 以內에 分布하는 것을 人力으로 掘

取除去하였고 罹病木은 銹孢子의 飛散을 막기 爲하여
비닐로 患部를 包裝한 후 伐採하여 燒却 또는 埋沒하
는 方法을 使用하였다. 江原道 平昌郡內에서 調査된
바로는 송이풀의 自生密度와 털늑病的 發生率間에는
正의 相關關係를 갖고 있음이 밝혀져 罹病木 및 中間
寄主除去效果를 判定하기 爲하여 1976年에 他罹病林地
와 隔離된 2個被害林地를 擇하여 每年 同一한 防除作
業을 實施하는 한편 每年 發病本數와 송이풀의 除去量
을 調査한 바 Table 11과 같이 防除作業着手 6年後에
는 송이풀의 密度가 낮은 調査區에서는 罹病率이 2.94%
에서 0.09%로 크게 減少하였으며 송이풀의 密度가 높
은 調査區에서는 4.04%에서 1.36%로 減少하였다. 이
러한 被害減少效果는 Table 1, Fig. 2에서와 같이 73
年 全國의 平均被害率은 13.73%였으나 81년에는
0.27%로 減少하여 罹病木除去 및 中間寄主除去의 防

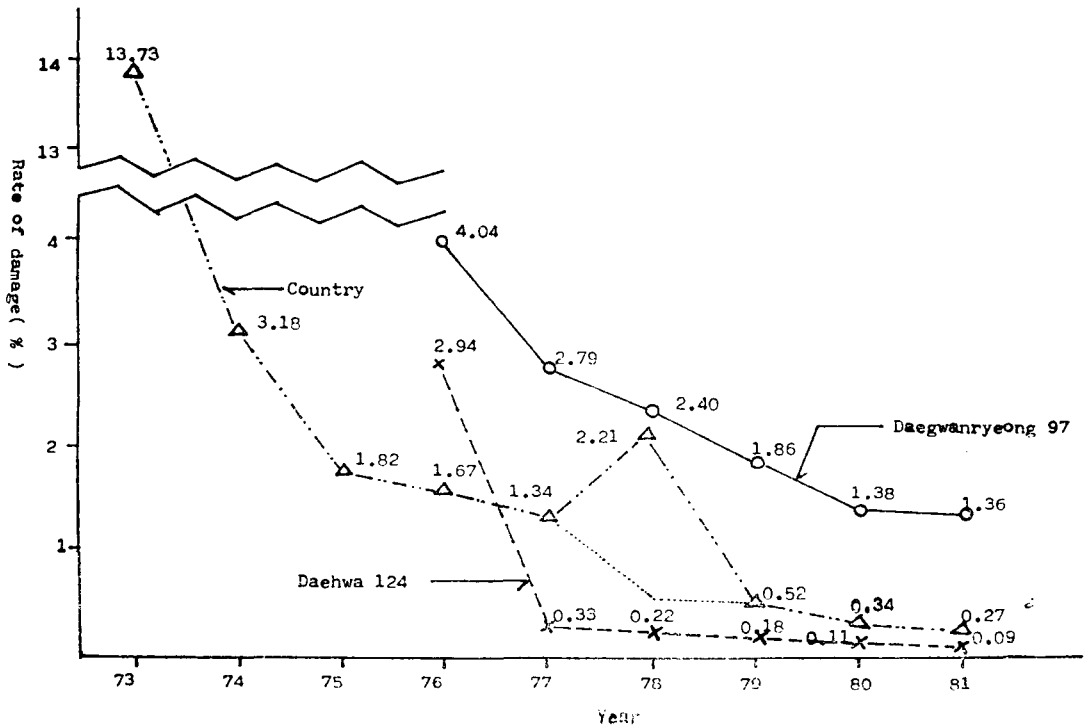


Fig. 2. Decreasing tendency of blister rust disease on *P. koraiensis* stands after eradication of infected trees and alternate host.

Table 12. Reduction density of *Pedicularis resupinata* after chemical treatment.

Herbicides	Conc. (times)	No. of tested plants before treatment(stocks)	Reduction density after chemical treatment(%)			
			1 month	1 year	2 year	3 year
Paracol	250	55	-100	-65	-46	-13
	50	86	-100	-100	-92	-74
Round-up	100	34	-100	-97	-65	-62
	150	33	-100	-100	-91	-91
Control	—	38	0	13	26	71

除効果가 있음을 뒷받침하고 있다.

그러나 中間寄主植物인 송이풀은 掘取除去하더라도 宿根草인 關係로 뿌리가 完全히 除去되지 않아서 이듬해의 發芽量은 크게 減少되지 않았다. 따라서 林地除草劑의 導入이 不可避하여 1978년부터 1981년까지 송이풀의 發芽이 完了되는 6月 以後부터 冬孢子形成前인 8月 下旬 사이에 背負式噴霧器를 使用하여 被害林地內外에 發生된 송이풀의 分布樣狀에 따라 單木 또는 群狀으로 撒布한 結果는 다음 Table 12와 같이 1回 撒布로 3年後까지도 當初密度를 75% 以上 下落시킬 수 있었다. 따라서 宿根草인 송이풀의 除去는 人力에 依한 掘取除去 보다는 除草劑를 使用하는 편이 보다 便利하

였으나 非選擇性인 藥劑이므로 幼合造林木의 林地에서 는 잡나무에 藥液이 묻지 않도록 注意하는 것이 必要하다.

林地撫育에 依한 防除(枝打等)

이 病의 病原菌은 잎을 通하여 樹體內로 侵入후 2~4年間 줄기로 菌系가 伸長하여 樹幹에 標徵이 나타나므로 樹冠下部의 줄기를 剪枝하여 주木로서 防除効果를 얻고 있음은 既報告되어 있다. 특히 우리나라에서는 草長이 짧은 송이풀類의 中間寄主로서의 役割이 크므로 Table 7에서와 같이 地面에서 낮은 樹幹部에 發病되는 것으로 보아 下部의 가지를 除去하여 줄으로서

ble 13. Control effects of blister rust by pruning of infected branches

Occurrence of Aecidium on Main branches		% of no eruption of aecidium on main stem after two years
Eruption No.	eruption	
3 stocks	17 stocks	68%

余効果를 높일 수 있을 것으로 判斷된다. 實際로 側枝만 發病된 罹病木의 罹病된 側枝를 主幹의 分岐點에서 切斷한 後 Table 13과 같이 側枝切斷木의 68%가 再發病되지 않아 側枝의 除去効果가 認定되다.

한편 1978년부터 2個所의 被害林地를 選定하여 枝打

生되지 않고 있으며 江原道 臨溪試驗地에서는 枝枝打區에서 81년까지는 發病個體가 發生하였으나 今年에는 發病個體가 없는 反面에 下州區와 無處理區에서는 모두 發病되고 있다. 潛伏期間을 考慮할 때 枝打効果가 나타나고 있는 것으로 推定된다.

最近에 林業試驗場에서 調査된 바로는 이듬해에 잣나무 樹幹에 銹孢子堆가 噴出될 나무를 Table 15에서와 같이 樹幹의 外形에 따라서 區分하여 觀察한 結果 樹皮에 黃色의 密滴(精子)이 8月 下旬부터 9月初에 噴出된 나무는 반드시 潛伏期를 마치고 이듬해에 發病되는 것을 確認하였다. 이와 같은 잣나무 蝕木病의 初期 症狀으로 罹病木을 發見하기는 銹孢子堆噴出時期 보다는 多少 어려우나 銹孢子的 飛散을 事前에 豫防하여

Table 14. Control effects of blister rust on pine stands by eradication.

Location	Treatment	No. of stocks	Year				
			'78	'79	'80	'81	'82
Kwangreung Exp. For.	Pruning	3,275	1	—	—	—	—
	Weeding	2,978	1	—	—	—	—
	Control	1,733	1	1	1	—	—
Inje National Forest	Pruning	1,284	—	—	1	1	—
	Weeding	1,066	5	—	—	—	1
	Control	621	—	—	—	1	1

高 1/4~1/2以下 枝打) 및 下刈(全而下刈, 條刈)等 實施한 後 現在 4年次로 病原菌의 潛伏期를 勘案할 아직은 評價하기는 어려우나 2個林地 共히 罹病木 極히 낮은 狀態를 維持하고 있다. 今年부터는 被害 率이 1.69%에 達하는 15ha의 林地를 選擇하여 枝打에 관한 防除効果를 調査하고 있다.

1982년에 調査된 바에 依하면 Table 14에서와 같이 各 林種가 分布하고 있지 않은 京畿道 楊州郡 所在 林業試驗場 光陵試驗林에서는 81年 以來 發病個體가 發

ble 15. Investigation of spore eruption on pine stems by several variation.

Variation of stem	No. of trees tested	No. of Eruption of aecidium	Variation of stem
Cracks, broom & discoloration of stem bark	67	2	65
Bark swelling	14	1	13
Spore eruption	4	1	3
Dissection of stem bark	12	—	12
Appearance of yellowish waterdrop	12	12	—



Fig. 3. Droplets of Pycniospores formed on the bark of infected tree.

被害擴散을 防止하는 데 效果的일 것으로 生覺된다.

잣나무 種間抵抗力比較檢定

우리나라에는 잣나무, 섬잣나무, 눈잣나무 3種이 自生되고 있으며 導入樹種으로 스트로부 잣나무를 包含하여 4種이 分布되어 있을 뿐 그 外의 잣나무類는 品種保存園이나 展示圃에 조금씩 植栽되어 있는 實情이다. 그중 눈잣나무는 雪岳山 大靑峰과 中靑峰 사이에 群落으로 存在하고 있고 전혀 養苗 또는 造林되고 있지 않다. 따라서 山林用樹種으로는 잣나무, 섬잣나무, 스트로부 잣나무 等 3種으로 이들에 對한 抵抗力을 比較檢定한 바 植栽 3年 後에 Table 16에서와 같이 섬잣나무는 3個試驗區에서 모두 發病되지 않았으나 스트로부 잣나무에서 罹病木이 發生하기 始作하였다. 82年度의 調査値는 全體的으로 罹病率은 높지 않으며 調査區別로 差異가 있으나 스트로부 잣나무는 15.7%의 罹病率을 나타낸 反面에 잣나무는 8.24%로 스트로부 잣나무보다 感受性이 높은 것으로 나타났다. 스트로부 잣나무에서 잣나무털녹病的 發病은 國內에서는 처음으로 最

近 生長이 빠른 特性 때문에 스트로부 잣나무의 造林이 試驗되고 있는 바 甚중한 檢討가 要求된다고 하겠다.

日本에서도 우리나라와 같은 傾向을 나타내 스트로부 잣나무의 造林을 全面 中斷하고 있는 實情을 견주어 볼 때 스트로부 잣나무의 造林擴大에 앞서 抵抗力與否가 時急히 判別되어야 할 것으로 判斷된다.

한편 林木育種研究에서는 抵抗力品種의 選拔을 爲한 初期檢定方法으로 接種後 越冬期間 동안 接種苗를 溫室에 1年 6個月間 保存하여 잣나무 줄기에 銹孢子堆形成을 보아 抵抗力檢定期間을 短縮하는 데 成功하였으며 國內에서 選拔된 抵抗力候補木의 檢定, 生長이 良好하고 抵抗力으로 알려진 잣나무類를 導入하여 抵抗力: 잣나무育種에 主力하고 있다.

結 言

앞에서 記述된 몇 가지의 調査 및 試驗된 結果에 根據하여 現在 잣나무털녹病的 防除는 罹病木의 早期發見과 除去, 中間寄主植物의 效果的인 除去와 罹病林地를 包含하여 周邊 4km 以內의 잣나무林으로부터 生林木의 搬出을 禁하고 있는 바 이에 對하여 송이풀의 密度가 높은 地域, 既發病林地 隣近에 잣나무 造林을 回避하고 可及的 被害林地周邊에서 잣나무 養苗를 避하고 不可避할 때에는 冬孢子發芽時期인 9月初旬부터 殺菌劑를 撒布하는 등 이 病的 傳染擴散을 막는 등 綜合的으로 管理하여야 할 것이다.

한편 氣象因子에 따른 病發生危險地域을 區劃하고 林木育種에 依한 耐病性個體의 增殖等에도 努力을 傾注하여 이 病的 蔓延으로 因한 損失을 極少化할 수 있는 防除法의 開發이 要求되고 있다.

Table 16. Relative resistance of five needle pine species to the blister rust(*Cronarium ribicola*) during 3 years after planted on damaged stands.

Pine species	Pinus koraiensis	P. strobus	P. parviflora
No. of tasted trees	182	217	181
No. of infected trees	15	34	0
Rate of infected(%)	8.24	15.67	0